PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : H04L 9/32 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 00/27070**

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. Mai 2000 (11.05.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03262

(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Oktober 1999 (11.10.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 50 665.1 3. November 1998 (03.11.98) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: EUCHNER, Martin [DE/DE]; Lorenzstr. 2, D–81737 München (DE).

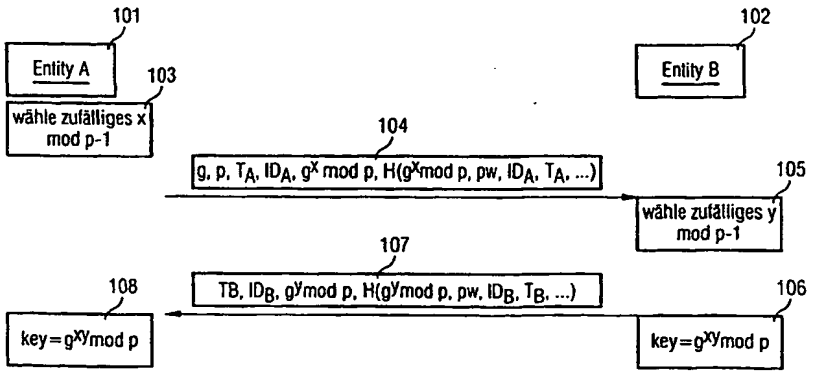
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D–80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD AND ARRAY FOR AUTHENTICATING A FIRST INSTANCE AND A SECOND INSTANCE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR AUTHENTIFIKATION VON EINER ERSTEN INSTANZ UND EINER ZWEITEN INSTANZ



103... SELECT RANDOM X MOD P-1
105... SELECT RANDOM Y MOD P-1

(57) Abstract

In order to authenticate a first instance during a second instance, a first number is produced by means of an asymmetric encryption method. Said first number is symmetrically encrypted and transmitted to the second instance. The second instance checks the first number by decoding the second number thereby authenticating the first instance.

(57) Zusammenfassung

Um eine erste Instanz bei einer zweiten Instanz zu authentifizieren, wird mittels eines asymmetrischen Kryptoverfahrens eine erste Zahl erzeugt. Diese erste Zahl wird symmetrisch verschlüsselt und an die zweite Instanz übertragen. Die zweite Instanz überprüft die erste Zahl durch Entschlüsselung der zweiten Zahl und authentifiziert damit die erste Instanz.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien
AM	Armenien
AT	Österreich
AU	Australien
AZ	Aserbaidschan
BA	Bosnien-Herzegowina
BB	Barbados
BE	Belgien
BF	Burkina Faso
BG	Bulgarien
BJ	Benin
BR	Brasilien
BY	Belarus
CA	Kanada
CF	Zentralafrikanische Republik
CG	Kongo
CH	Schweiz
CI	Côte d'Ivoire
CM	Kamerun
CN	China
CU	Kuba
CZ	Tschechische Republik
DE	Deutschland
DK	Dänemark
EE	Estland
ES	Spanien
FI	Finnland
FR	Frankreich
GA	Gabun
GB	Vereinigtes Königreich
GE	Georgien
GH	Ghana
GN	Guinea
GR	Griechenland
HU	Ungarn
IE	Irland
IL	Israel
IS	Island
IT	Italien
JP	Japan
KE	Kenia
KG	Kirgisistan
KP	Demokratische Volksrepublik Korea
KR	Republik Korea
KZ	Kasachstan
LC	St. Lucia
LI	Liechtenstein
LK	Sri Lanka
LR	Liberia
LS	Lesotho
LT	Litauen
LU	Luxemburg
LV	Lettland
MC	Monaco
MD	Republik Moldau
MG	Madagaskar
MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien
ML	Mali
MN	Mongolei
MR	Mauretanien
MW	Malawi
MX	Mexiko
NE	Niger
NL	Niederlande
NO	Norwegen
NZ	Neuseeland
PL	Polen
PT	Portugal
RO	Rumänien
RU	Russische Föderation
SD	Sudan
SE	Schweden
SG	Singapur
SI	Slowenien
SK	Slowakei
SN	Senegal
SZ	Swasiland
TD	Tschad
TG	Togo
TJ	Tadschikistan
TM	Turkmenistan
TR	Türkei
TT	Trinidad und Tobago
UA	Ukraine
UG	Uganda
US	Vereinigte Staaten von Amerika
UZ	Usbekistan
VN	Vietnam
YU	Jugoslawien
ZW	Zimbabwe

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur Authentifikation von einer ersten Instanz und einer zweiten Instanz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Authentifikation einer ersten Instanz mit einer zweiten Instanz und/oder umgekehrt.

Im Rahmen einer Authentifikation (auch: Authentifizierung) erklärt eine erste Instanz gegenüber einer zweiten Instanz verläßlich, daß sie auch tatsächlich die erste Instanz ist. Entsprechend ist bei der Übermittlung von (vertraulichen) Daten sicherzustellen, von wem diese tatsächlich stammen.

Ein symmetrisches Verschlüsselungsverfahren ist aus [1] bekannt. Bei dem symmetrischen Verschlüsselungsverfahren wird ein Schlüssel sowohl für die Ver- als auch für die Entschlüsselung verwendet. Ein Angreifer, der in den Besitz solch eines Schlüssels kommt, kann einen Klartext (die zu verschlüsselnde Information) in Schlüsseltext und umgekehrt transformieren. Das symmetrische Verschlüsselungsverfahren heißt auch Private-Key-Verfahren oder Verfahren mit geheimem Schlüssel. Ein bekannter Algorithmus zur symmetrischen Verschlüsselung ist der DES-Algorithmus (Data Encryption Standard). Er wurde im Jahre 1974 standardisiert unter ANSI X3.92-1981.

Ein asymmetrisches Verschlüsselungsverfahren ist aus [2] bekannt. Dabei ist einem Teilnehmer nicht ein einzelner, sondern ein Schlüsselsystem aus zwei Schlüsseln zugeordnet: Mit dem einen Schlüssel wird die Abbildung des Klartext in eine transformierte Form bewirkt, der andere Schlüssel ermöglicht die inverse Operation und überführt den transformierten Text in Klartext. Solch ein Verfahren heißt asymmetrisch, weil beide Seiten, die an einer kryptographischen Operation beteiligt sind, verschiedene

Schlüssel (eines Schlüsselsystems) einsetzen. Einer der beiden Schlüssel, z.B. ein Schlüssel p, kann öffentlich bekannt gemacht werden, wenn folgende Eigenschaften erfüllt sind:

- Es ist nicht mit vertretbarem Aufwand möglich, aus dem Schlüssel p einen zur inversen Operation notwendigen geheimen Schlüssel s abzuleiten.
- Selbst wenn Klartext mit dem (öffentlichen) Schlüssel p transformiert wird, ist es nicht möglich, daraus den (geheimen) Schlüssel s abzuleiten.

Aus diesem Grund heißt das asymmetrische Verschlüsselungsverfahren auch mit einem öffentlich bekanntmachbaren Schlüssel p Public-Key-Verfahren.

Grundsätzlich ist es möglich, den geheimen Schlüssel s aus dem öffentlichen Schlüssel p herzuleiten. Dies wird jedoch insbesondere dadurch beliebig aufwendig, daß Algorithmen gewählt werden, die auf Problemen der Komplexitätstheorie beruhen. Man spricht bei diesem Algorithmen auch von sogenannten "one-way-trapdoor"-Funktionen. Ein bekannter Vertreter für ein asymmetrisches Verschlüsselungsverfahren ist das Diffie-Hellman-Verfahren [6]. Dieses Verfahren läßt sich insbesondere zur Schlüsselverteilung (Diffie-Hellman key agreement, exponential key exchange) einsetzen.

Unter dem Begriff Verschlüsselung wird die allgemeine Anwendung eines kryptographischen Verfahrens $V(x,k)$ verstanden, bei dem ein vorgegebener Eingabewert x (auch Klartext genannt) mittels eines Geheimnisses k (Schlüssel) in einen Chiffretext $c := V(x,k)$ überführt wird. Mittels eines inversen Entschlüsselungsverfahrens kann durch Kenntnis von c und k der Klartext x rekonstruiert werden. Unter dem Begriff Verschlüsselung versteht man auch eine sogenannte Einweg-Verschlüsselung mit der Eigenschaft, daß es kein inverses, effizient berechenbares Entschlüsselungsverfahren gibt. Beispiele für solch ein Einweg-Verschlüsselungsverfahren ist

eine kryptographische Einwegfunktion bzw. eine kryptographische Hashfunktionen, beispielsweise der Algorithmus SHA-1, siehe [4].

Nun besteht in der Praxis das Problem, daß sichergestellt sein muß, daß ein öffentlicher Schlüssel, der zur Verifikation einer elektronischen Unterschrift eingesetzt wird, tatsächlich der öffentliche Schlüssel dessen ist, von dem man annimmt, daß er der Urheber der übermittelten Daten ist (Gewährleistung der Authentizität des Urhebers). Somit muß der öffentliche Schlüssel zwar nicht geheimgehalten werden, aber er muß authentisch sein. Es gibt bekannte Mechanismen (siehe [3]), die mit viel Aufwand sicherstellen, daß die Authentizität gewährleistet ist. Ein solcher Mechanismus ist die Einrichtung eines sogenannten Trustcenters, das Vertrauenswürdigkeit genießt und mit dessen Hilfe eine allgemeine Authentizität sichergestellt wird. Die Errichtung eines solchen Trustcenters und die Verteilung der Schlüssel von diesem Trustcenter aus sind jedoch überaus aufwendig. Beispielsweise muß bei der Schlüsselvergabe sichergestellt sein, daß auch wirklich der Adressat und kein potentieller Angreifer den Schlüssel bzw. die Schlüssel erhält. Dementsprechend hoch sich die Kosten für Einrichtung und Betrieb des Trustcenters.

Die **Aufgabe** der Erfindung besteht darin, eine Authentifikation sicherzustellen, wobei kein gesonderter Aufwand für eine Zertifizierungsinstanz oder ein Trustcenter investiert werden muß.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Authentifikation von einer ersten Instanz mit einer zweiten Instanz angegeben, bei dem von der ersten Instanz eine

Operation A(x,g) auf einem (öffentlich) vorgegebenen bekannten Wert g und einem nur der ersten Instanz bekannten Wert x durchgeführt wird. Das Ergebnis der ersten Operation wird mit einem der ersten und der zweiten Instanz bekannten ersten Schlüssel verschlüsselt. Das mittels des ersten Schlüssels verschlüsselte Ergebnis der ersten Operation wird von der ersten Instanz zu der zweiten Instanz übermittelt.

Hierbei ist es besonders vorteilhaft, daß ein symmetrisches Verfahren eingesetzt wird, um eine Authentizität einer Instanz gegenüber einer weiteren Instanz herzustellen. Diese Authentizität wird bewirkt ohne Einrichtung einer gesonderten Zertifizierungsinstanz oder eines Trustcenters.

Eine Ausgestaltung besteht darin, daß die erste Operation A(x,g) ein asymmetrisches Kryptoverfahren ist. Insbesondere kann die erste Operation auf einer beliebigen endlichen und zyklischen Gruppe G durchgeführt werden.

Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, daß die erste Operation A(x,g) eine Diffie-Hellman-Funktion $G(g^x)$ ist. Alternativ kann die erste Operation auch eine RSA-Funktion x^g sein.

Eine Weiterbildung besteht darin, daß die Gruppe G eine der folgenden Gruppen ist:

a) eine multiplikative Gruppe F_q^* eines endlichen Körpers F_q, insbesondere mit
   - einer multiplikativen Gruppe Z_p^* der ganzen Zahlen modulo einer vorgegebenen Primzahl p;
   - einer multiplikativen Gruppe F_t^* mit $t = 2^m$ über einem endlichen Körper F_t der Charakteristik 2;
   - einer Gruppe der Einheiten Z_n^* mit n als einer zusammengesetzten ganzen Zahl;

b) eine Gruppe von Punkten auf einer elliptischen Kurve über einem endlichen Körper;

c) eine Jacobivariante einer hyperelliptischen Kurve über einem endlichen Körper.

Eine andere Weiterbildung besteht darin, daß das Ergebnis der ersten Operation ein zweiter Schlüssel ist, mit dem die erste Instanz zur Wahrnehmung eines Dienstes auf der zweiten Instanz autorisiert wird.

Eine zusätzliche Ausgestaltung besteht darin, daß der zweite Schlüssel ein sogenannter "Sessionkey" oder eine an eine Applikation gebundene Berechtigung ist.

Auch ist es eine Weiterbildung, daß der zweite Schlüssel bestimmt wird zu

$$G(g^{xy})$$

indem von der zweiten Instanz eine Operation $G(g^{y})$ mit einer nur ihr bekannten geheimen Zahl y durchgeführt wird. Das Ergebnis dieser zweiten Operation wird mit dem ersten Schlüssel verschlüsselt und an die erste Instanz übermittelt.

Eine zusätzliche Weiterbildung besteht darin, daß zur Generierung des zweiten Schlüssels das Diffie-Hellmann-Verfahren eingesetzt wird.

Eine andere Ausgestaltung besteht darin, daß die Verschlüsselung mit dem ersten Schlüssel anhand einer Einwegfunktion, insbesondere einer kryptographischen Einwegfunktion durchgeführt wird. Eine Einwegfunktion zeichnet sich dadurch aus, daß sie in einer Richtung leicht zu berechnen, ihre Invertierung aber nur mit so großem Aufwand machbar ist, daß diese Möglichkeit in der Praxis vernachlässigt werden kann. Ein Beispiel für solch eine Einwegfunktion ist eine kryptographische Hashfunktion, die aus einer Eingabe A eine Ausgabe B erzeugt. Anhand der Ausgabe B kann nicht auf die Eingabe A rückgeschlossen

werden, selbst wenn der Algorithmus der Hashfunktion bekannt ist.

Auch ist es eine Weiterbildung, daß die Verschlüsselung, die mit dem ersten Schlüssel durchgeführt wird, einem symmetrischen Verschlüsselungsverfahren entspricht.

Schließlich ist es eine Weiterbildung, daß die übermittelten Daten vertrauliche Daten sind.

Weiterhin wird zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur Authentifikation angegeben, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß

a) von einer ersten Instanz eine erste Operation A(x,g) auf einem vorgegebenen bekannten Wert g und einem nur der ersten Instanz bekannten Wert x durchführbar ist;
b) bei dem das Ergebnis der ersten Operation mit einem der ersten und einer zweiten Instanz bekannten ersten Schlüssel verschlüsselbar ist;
c) bei dem das mit dem ersten Schlüssel verschlüsselte Ergebnis der ersten Operation von der ersten Instanz zu der zweiten Instanz übermittelbar ist;
d) bei dem von der zweiten Instanz mit dem ersten Schlüssel das Ergebnis der ersten Operation entschlüsselt wird und somit die erste Instanz authentifizierbar ist.

Diese Anordnung ist insbesondere geeignet zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer seiner vorstehend erläuterten Weiterbildungen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt und erläutert.

Es zeigen

Fig.1 eine Skizze zur Vereinbarung eines gemeinsamen Schlüssels zwischen zwei Instanzen, deren jede Authentizität jeweils sichergestellt ist;

Fig.2 eine Skizze gemäß Fig.1 unter Einsatz des DES-Algorithmus;

Fig.3 eine Prozessoreinheit.

In **Fig.1** ist eine Skizze dargestellt zur Vereinbarung eines gemeinsamen Schlüssels zwischen zwei Instanzen, deren jede Authentizität jeweils sichergestellt ist. Eine Instanz A 101 wählt eine zufällige Zahl x in einem Körper "mod p-1" (siehe Block 103). Nun wird von der Instanz 101 an eine Instanz 102 eine Nachricht 104 geschickt, die folgendes Format aufweist:

$$g,\ p,\ T_A,\ ID_A,\ g^x \bmod p,\ H(g^x \bmod p,\ PW,\ ID_A,\ T_A, \ldots),$$

wobei

x	einen geheimen Zufallswert der Instanz A 101,
y	einen geheimen Zufallswert der Instanz B 102,
g	einen Generator nach dem Diffie-Hellman-Verfahren,
p	eine Primzahl für das Diffie-Hellman-Verfahren,
T_A	einen Zeitstempel der Instanz A beim Erzeugen bzw. Absenden der Nachricht,
T_B	einen Zeitstempel der Instanz B beim Erzeugen bzw. Absenden der Nachricht,
ID_A	ein Identifikationsmerkmal der Instanz A,
ID_B	ein Identifikationsmerkmal der Instanz B,
$g^x \bmod p$	ein öffentlicher Diffie-Hellman-Schlüssel der Instanz A,

$g^y \bmod p$	ein öffentlicher Diffie-Hellman-Schlüssel der Instanz B,
PW	ein gemeinsames Geheimnis zwischen den Instanzen A und B (Paßwort, "shared secret"),
H(M)	eine kryptographische Einwegfunktion (Hashfunktion) über die Parameter M,
KEY	ein beiden Instanzen A und B gemeinsamer Sessionkey.

bezeichnen. Ist diese Nachricht bei der Instanz 102 angekommen, wird dort (siehe Block 105) eine zufällige Zahl y aus dem Körper "mod p-1" gewählt und in einem Block 106 ein gemeinsamer Schlüssel vereinbart zu

$$KEY = g^{xy} \bmod p.$$

Die zweite Instanz 102 übermittelt eine Nachricht 107 mit dem Format

$$T_B,\ ID_B,\ g^y \bmod p,\ H(g^y \bmod p,\ PW,\ ID_B,\ T_B,...)$$

an die erste Instanz 101. Die erste Instanz 101 wird daraufhin in einem Schritt 108 die Operation

$$KEY = g^{xy} \bmod p$$

aus, woraus sich ebenfalls der gemeinsame Schlüssel KEY ergibt.

Hierbei sei ausdrücklich angemerkt, daß beispielhaft der Körper "mod p-1" als eine von vielen Möglichkeiten herausgegriffen wurde. Ferner werden die Nachrichten 104 und 107 als jeweils eine Möglichkeit von vielen angesehen. Insbesondere sind die zur Adressierung angeführten Felder innerhalb der Nachrichten abhängig von der Applikation bzw. dem verwendeten Übertragungsprotokoll.

In Fig.1 wird eine kryptographische Einweg-Hashfunktion H verwendet. Ein Beispiel zur Übermittlung einer solchen Einweg-Hashfunktion ist der SHA-1-Algorithmus (vergleiche [4]). Der Einsatz eines symmetrischen Verschlüsselungsverfahrens, z.B. des DES-Algorithmus [5], anstatt der Einweg-Hashfunktion H, wird in **Fig.2** dargestellt. Die Blöcke 101, 102, 103, 105, 106 und 108 sind in Fig.2 identisch zu Fig.1. Die von der ersten Instanz 101 an die zweite Instanz 102 übertragene Nachricht 201 hat das Format

$$g,\ p,\ T_A,\ ID_A,\ g^x \bmod p,\ ENC_{PW}(g^x \bmod p,\ PW,\ ID_A,\ T_A,\ldots),$$

wobei

$ENC_{PW}(M)$ ein symmetrisches Verfahren zur Verschlüsselung des Parameters M mit dem Schlüssel PW

bezeichnet.

In umgekehrter Richtung wird von der Instanz 102 an die Instanz 101 in Fig.2 die Nachricht 202 verschickt, die folgendes Format aufweist:

$$T_B,\ ID_B,\ g^y \bmod p,\ ENC_{PW}(g^y \bmod p,\ PW,\ ID_B,\ T_B,\ldots).$$

Hierbei sei insbesondere vermerkt, daß jeweils eine Nachricht (in Fig.1 die Nachricht 104 bzw. in Fig.2 die Nachricht 201) ausreicht, um die erste Instanz 101 gegenüber der zweiten Instanz 102 zu authentifizieren. Sieht man davon ab, daß sich auch die zweite Instanz 102, beispielsweise ein wahrzunehmender Dienst innerhalb einer Netzwerkverbindung, z.B. dem Internet, authentifizieren muß, so kann es ausreichen, wenn lediglich die erste Instanz 101 sich authentifiziert. Dies ist bereits nach Übertragung der jeweils ersten Nachrichten 104 und 201 gegeben. Wählt sich insbesondere die erste Instanz 101 bei der zweiten Instanz 102 ein, so ist häufig davon auszugehen, daß diese zweite

Instanz 102 auch die richtige Instanz ist. Umgekehrt muß die zweite Instanz 102 davon ausgehen können, daß der Anrufer (die erste Instanz 101) auch der ist, für den er sich ausgibt. Somit ist in dieser Richtung, von der ersten Instanz 101 zur zweiten Instanz 102, die Prüfung der Authentizität wichtig.

In **Fig.3** ist eine Prozessoreinheit PRZE dargestellt. Die Prozessoreinheit PRZE umfaßt einen Prozessor CPU, einen Speicher SPE und eine Input/Output-Schnittstelle IOS, die über ein Interface IFC auf unterschiedliche Art und Weise genutzt wird: Über eine Grafikschnittstelle wird eine Ausgabe auf einem Monitor MON sichtbar und/oder auf einem Drucker PRT ausgegeben. Eine Eingabe erfolgt über eine Maus MAS oder eine Tastatur TAST. Auch verfügt die Prozessoreinheit PRZE über einen Datenbus BUS, der die Verbindung von einem Speicher MEM, dem Prozessor CPU und der Input/Output-Schnittstelle IOS gewährleistet. Weiterhin sind an den Datenbus BUS zusätzliche Komponenten anschließbar, z.B. zusätzlicher Speicher, Datenspeicher (Festplatte) oder Scanner.

Literaturverzeichnis:

[1] Christoph Ruland: Informationssicherheit in Datennetzen, DATACOM-Verlang, Bergheim 1993, ISBN 3-89238-081-3, Seiten 42-46.

[2] Christoph Ruland: Informationssicherheit in Datennetzen, DATACOM-Verlang, Bergheim 1993, ISBN 3-89238-081-3, Seiten 73-85.

[3] Christoph Ruland: Informationssicherheit in Datennetzen, DATACOM-Verlang, Bergheim 1993, ISBN 3-89238-081-3, Seiten 101-117.

[4] NIST, FIPS PUB 180-1: Secure Hash Standard, April 1995; http://csrc.nist.gov/fips/fip180-1.ps

[5] NIST, FIPS PUB 81: DES Modes of Operation, December 1980; http://www.itl.nist.gov/div897/pubs/fip81.htm

[6] A. Menezes, P. v. Oorschot, S. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography; CRC Press 1996, ISBN 0-8493-8523-7; chapter 12.6 (pp. 515-524).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Authentifikation,
   a) bei dem von einer ersten Instanz eine erste Operation A(x,g) auf einem vorgegebenen bekannten Wert g und einem nur der ersten Instanz bekannten Wert x durchgeführt wird;
   b) bei dem das Ergebnis der ersten Operation mit einem der ersten und einer zweiten Instanz bekannten ersten Schlüssel verschlüsselt wird;
   c) bei dem das mit dem ersten Schlüssel verschlüsselte Ergebnis der ersten Operation von der ersten Instanz zu der zweiten Instanz übermittelt wird;
   d) bei dem von der zweiten Instanz mit dem ersten Schlüssel das Ergebnis der ersten Operation entschlüsselt wird und somit die erste Instanz authentifiziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
   bei dem die erste Operation A(x,g) ein asymmetrisches Kryptoverfahren ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
   bei dem die erste Operation A(g,x)
   a) eine Diffie-Hellman-Funktion $G(g^x)$ ist, wobei G() eine beliebige, endliche zyklische Gruppe G ist;
   b) eine RSA-Funktion x^g ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   bei dem die erste Operation auf einer Gruppe G durchgeführt wird, wobei die Gruppe G eine der folgenden Gruppen ist:
   a) eine multiplikative Gruppe F_q^* eines endlichen Körpers F_q, insbesondere mit
      - einer multiplikativen Gruppe Z_p^* der ganzen Zahlen modulo einer vorgegebenen Primzahl p;

- einer multiplikativen Gruppe F_t^* mit $t = 2^m$ über einem endlichen Körper F_t der Charakteristik 2;
- einer Gruppe der Einheiten Z_n^* mit n als einer zusammengesetzten ganzen Zahl;

b) eine Gruppe von Punkten auf einer elliptischen Kurve über einem endlichen Körper;

c) eine Jacobivariante einer hyperelliptischen Kurve über einem endlichen Körper.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Ergebnis der ersten Operation ein zweiter Schlüssel ist, mit dem die erste Instanz zur Wahrnehmung eines Dienstes auf der zweiten Instanz autorisiert wird.

6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem der zweite Schlüssel ein Sessionkey oder eine an eine Applikation gebundene Berechtigung ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem der zweite Schlüssel bestimmt wird zu

$G(g^{xy})$,

indem von der zweiten Instanz eine zweite Operation $G(g^y)$ mit einer nur ihr bekannten geheimen Zahl y durchgeführt, das Ergebnis dieser zweiten Operation mit dem ersten Schlüssel verschlüsselt und an die erste Instanz übermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zur Erzeugung des zweiten Schlüssels das Diffie-Hellman-Verfahren eingesetzt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verschlüsselung mit dem ersten Schlüssel anhand einer Einwegfunktion, insbesondere einer kryptographischen Einwegfunktion, durchgeführt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem die Verschlüsselung mit dem ersten Schlüssel anhand eines symmetrischen Verschlüsselungsverfahrens durchgeführt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die übermittelten Daten vertrauliche Daten sind.

12. Anordnung zur Authentifikation, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß

a) von einer ersten Instanz eine erste Operation A(x,g) auf einem vorgegebenen bekannten Wert g und einem nur der ersten Instanz bekannten Wert x durchführbar ist;

b) bei dem das Ergebnis der ersten Operation mit einem der ersten und einer zweiten Instanz bekannten ersten Schlüssel verschlüsselbar ist;

c) bei dem das mit dem ersten Schlüssel verschlüsselte Ergebnis der ersten Operation von der ersten Instanz zu der zweiten Instanz übermittelbar ist;

d) bei dem von der zweiten Instanz mit dem ersten Schlüssel das Ergebnis der ersten Operation entschlüsselt wird und somit die erste Instanz authentifizierbar ist.

FIG 1

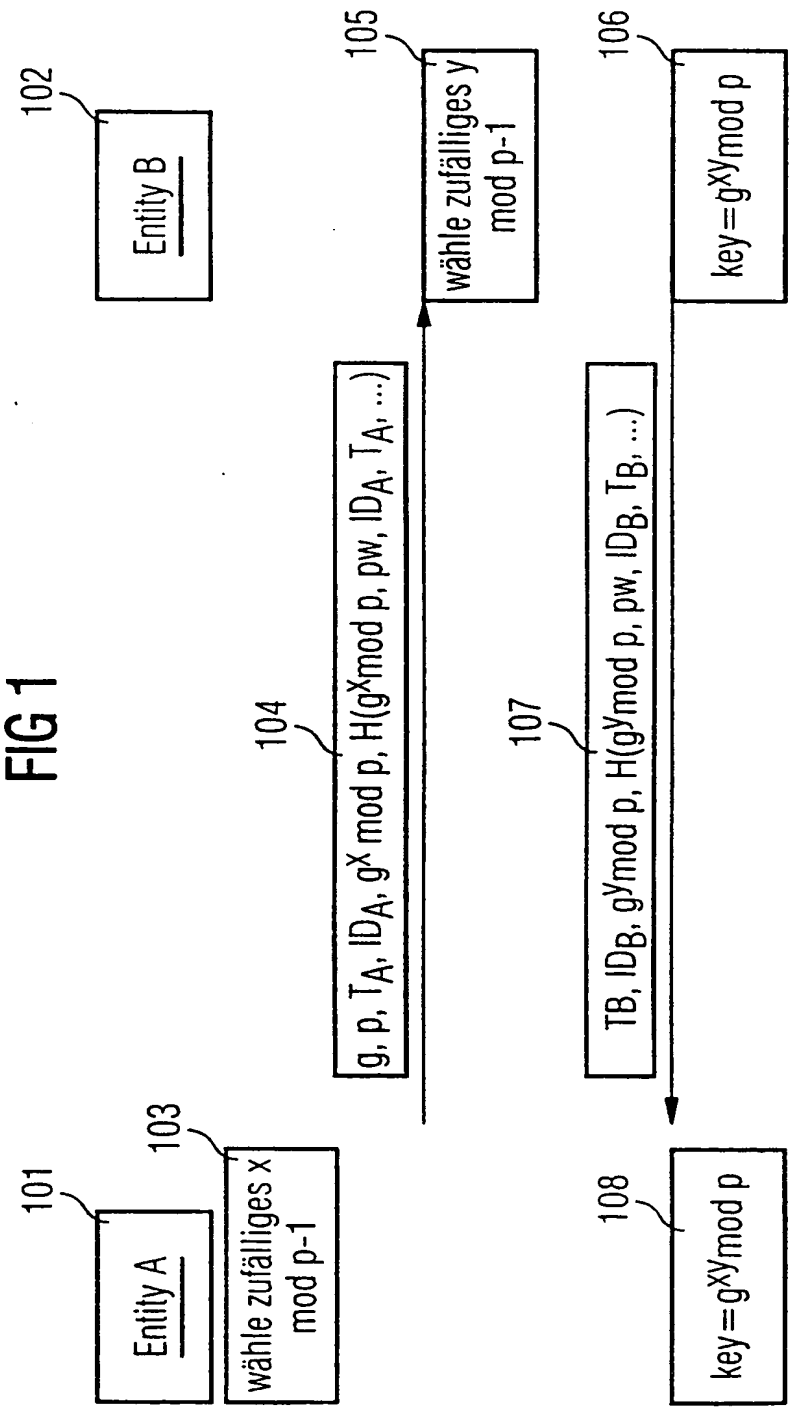

101
Entity A
103
wähle zufälliges x mod p-1
102
Entity B
105
wähle zufälliges y mod p-1
104
g, p, T_A, ID_A, g^x mod p, H(g^xmod p, pw, ID_A, T_A, ...)
107
TB, ID_B, g^ymod p, H(g^ymod p, pw, ID_B, T_B, ...)
106
key=g^{xy}mod p
108
key=g^{xy}mod p

FIG 2

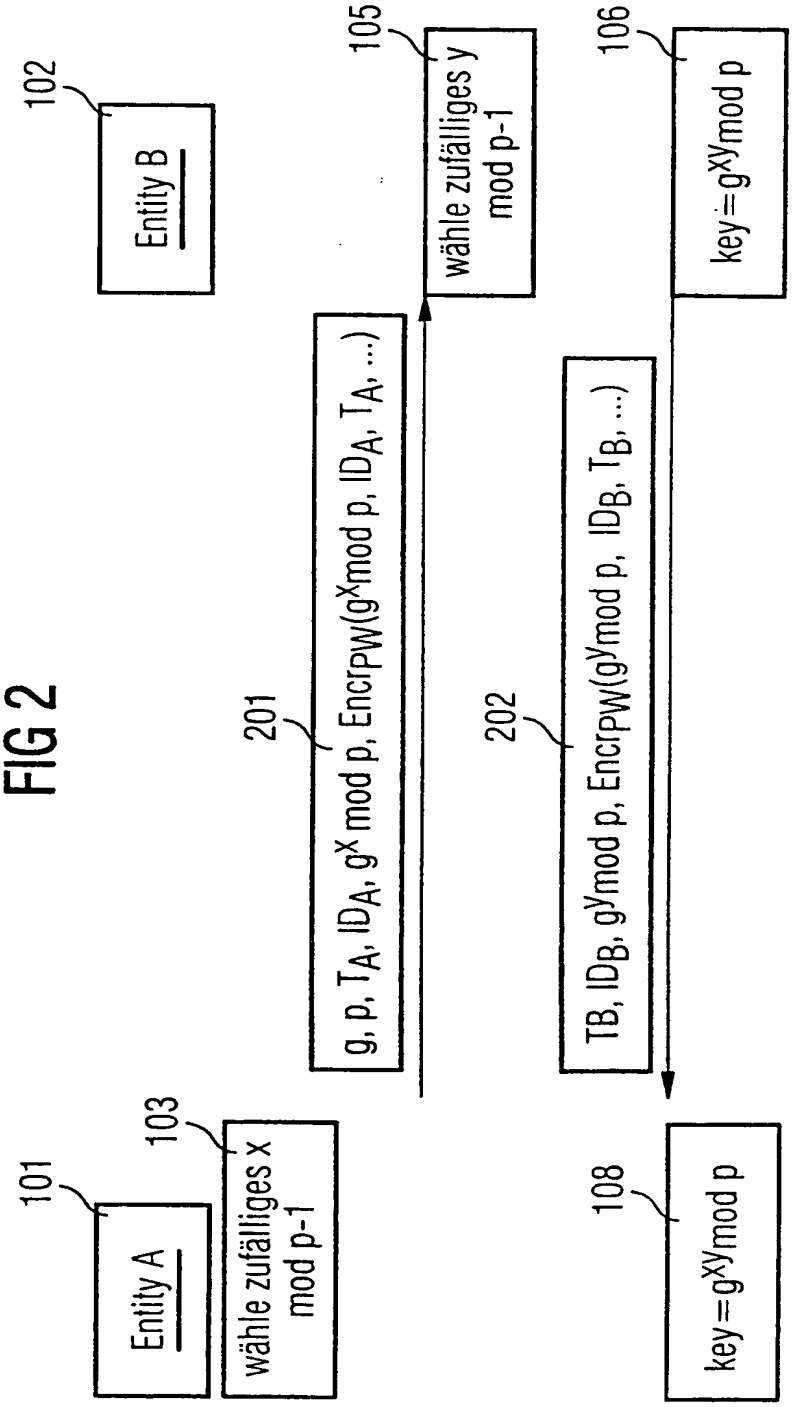
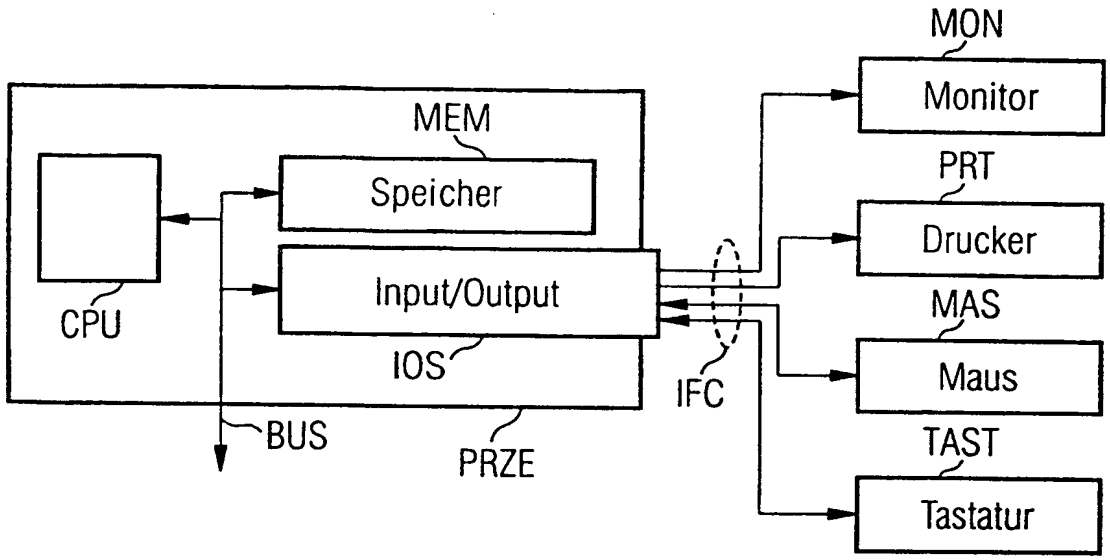

101
Entity A
103
wähle zufälliges x mod p-1
102
Entity B
105
wähle zufälliges y mod p-1
106
key = g^{xy} mod p
201
g, p, T_A, ID_A, g^x mod p, $Encr_{PW}(g^x \text{mod } p, ID_A, T_A, ...)$
202
TB, ID_B, g^ymod p, $Encr_{PW}(g^y \text{mod } p, ID_B, T_B, ...)$
108
key = g^{xy} mod p

FIG 3


MON
Monitor
MEM
Speicher
PRT
Drucker
Input/Output
CPU
MAS
Maus
IOS
IFC
BUS
PRZE
TAST
Tastatur

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No
PCT/DE 99/03262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L9/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 241 599 A (BELLOVIN STEVEN M ET AL) 31 August 1993 (1993-08-31) column 11, line 12 -column 12, line 59; figure 5	1-12
A	DE 39 15 262 A (ASEA BROWN BOVERI) 30 November 1989 (1989-11-30) column 3, line 19 -column 5, line 37	1-12
A	HARN L: "Modified key agreement protocol based on the digital signature standard" ELECTRONICS LETTERS, 16 MARCH 1995, UK, vol. 31, no. 6, pages 448-449, XP002132163 ISSN: 0013-5194 page 449	1-12

-/—

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
3 March 2000	16/03/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Zucka, G

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DIFFIE W ET AL: "Authentication and authenticated key exchanges" DESIGNS, CODES AND CRYPTOGRAPHY, JUNE 1992, NETHERLANDS, vol. 2, no. 2, pages 107-125, XP000653208 ISSN: 0925-1022 page 118 -page 120	1,12
A	KOBLITZ N: "Elliptic curve cryptosystems" MATHEMATICS OF COMPUTATION, JAN. 1987, USA, vol. 48, no. 177, pages 203-209, XP000671098 ISSN: 0025-5718 page 205 -page 206	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inta onal Application No
PCT/DE 99/03262

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5241599 A	31-08-1993	AU 648433 B	21-04-1994
		AU 2351392 A	08-04-1993
		CA 2076252 A,C	03-04-1993
		EP 0535863 A	07-04-1993
		JP 2599871 B	16-04-1997
		JP 6169306 A	14-06-1994
		NO 923740 A	05-04-1993
DE 3915262 A	30-11-1989	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/03262

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04L9/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 241 599 A (BELLOVIN STEVEN M ET AL) 31. August 1993 (1993-08-31) Spalte 11, Zeile 12 -Spalte 12, Zeile 59; Abbildung 5	1-12
A	DE 39 15 262 A (ASEA BROWN BOVERI) 30. November 1989 (1989-11-30) Spalte 3, Zeile 19 -Spalte 5, Zeile 37	1-12
A	HARN L: "Modified key agreement protocol based on the digital signature standard" ELECTRONICS LETTERS, 16 MARCH 1995, UK, Bd. 31, Nr. 6, Seiten 448-449, XP002132163 ISSN: 0013-5194 Seite 449	1-12

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahellegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
3. März 2000	16/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Zucka, G

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/03262

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DIFFIE W ET AL: "Authentication and authenticated key exchanges" DESIGNS, CODES AND CRYPTOGRAPHY, JUNE 1992, NETHERLANDS, Bd. 2, Nr. 2, Seiten 107-125, XP000653208 ISSN: 0925-1022 Seite 118 -Seite 120	1,12
A	KOBLITZ N: "Elliptic curve cryptosystems" MATHEMATICS OF COMPUTATION, JAN. 1987, USA, Bd. 48, Nr. 177, Seiten 203-209, XP000671098 ISSN: 0025-5718 Seite 205 -Seite 206	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/03262

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5241599 A	31-08-1993	AU 648433 B	21-04-1994
		AU 2351392 A	08-04-1993
		CA 2076252 A,C	03-04-1993
		EP 0535863 A	07-04-1993
		JP 2599871 B	16-04-1997
		JP 6169306 A	14-06-1994
		NO 923740 A	05-04-1993
DE 3915262 A	30-11-1989	KEINE	